

**PENGUNAAN FIBRE PLASTIC BENESER KOMPOSIT SEBAGAI
SUBTITUSI UNTUK MEREDUKSI BAJA TULANGAN PADA
BALOK BETON BERTULANG**

TUGAS AKHIR



Oleh :

ANAK AGUNG G. EROVANTARA
NPM. 0853310086

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
2011**

PENGUNAAN FIBRE PLASTIC BENESER KOMPOSIT SEBAGAI SUBTITUSI UNTUK MEREDUKSI BAJA TULANGAN PADA BALOK BETON BERTULANG

Diajukan oleh :
ANAK AGUNG G. EROVIANARA
NPM. 0853310086

ABSTRAK

Serat memiliki sifat karakteristik yang berpengaruh pada kuat tarik dan kuat lentur pada beton. Ada beberapa macam serat yang bisa dipakai dalam pencampuran beton, diantaranya adalah serat kaca (*fibre glass*), serat kawat baja, serat alami, dan serat sintetis. Fibre plastic beneser adalah sejenis poly-acrilonitril-stirene dan memiliki tegangan tarik yang baik. Dalam penelitian ini *fibre plastic beneser* yang dipakai berukuran 1,00 mm x 2,00 mm x 50,00 mm dengan prosentase campuran serat 0 % ; 1,00 % ; 1,25 % ; dan 1,50 % dari berat volume beton. Mutu beton yang dipakai adalah mutu normal (20 Mpa – 40 Mpa). Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah : untuk mengetahui besarnya peningkatan kuat lentur optimum akibat penambahan *fibre plastic beneser* secara komposit pada balok beton bertulang, mengetahui besarnya nilai prosentase *fibre plastic beneser* terhadap berat volume beton pada saat mencapai kuat lentur optimum, dan untuk mengetahui besarnya efisiensi luas penampang baja tulangan pada balok beton bertulang akibat diberi tambahan campuran *fibre plastic beneser* secara komposit.

Benda uji pendahuluan pada uji kuat tekan dan uji kuat tarik belah beton adalah silinder beton berdiameter 15 cm, tinggi 30 cm, yang masing-masing terdiri dari tiga puluh enam buah silinder. Sedangkan benda uji utama yang dibuat untuk mempelajari perilaku lentur pada beton adalah balok berukuran 20 cm x 25 cm x 220 cm, dengan tulangan lentur D13 dan tulangan geser Ø 8 mm, yang terdiri dari delapan buah balok. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, penambahan *fibre plastic beneser* pada campuran beton memberikan peningkatan kuat tarik dan kuat lentur pada beton sehingga sifat beton yang semula getas menjadi lebih liat/daktuil.

Kata kunci : *fibre plastic beneser, kuat lentur.*

KATA PENGANTAR

Astungkara penulis ucapkan kehadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas asung wara nugraha-Nya penulis berhasil menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul ***"Penggunaan Fibre Plastic Beneser Komposit Sebagai Substitusi Untuk Mereduksi Baja Tulangan Pada Balok Beton Bertulang"***.

Penyusunan Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan studi S-1 pada Program Studi Teknik Sipil di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Berhasilnya penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, untuk itu dengan penuh rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Naniek Ratni JAR. , M. Kes. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan yang telah mengizinkan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Made Dharma Astawa, MT. selaku pembimbing utama yang telah memberikan petunjuk dan pengarahan dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Wahyu Kartini, MT. selaku pembimbing pendamping dan Ketua Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan masukan dan saran yang terkait dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Sumaidi, ST. yang telah memberikan motivasi dan dukungan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Ketut Dunia (Alm) selaku Dosen Bidang Studi Struktur Jurusan Teknik Sipil ITS yang telah banyak memberikan masukan, saran, dan wawasan dalam proses penelitian di laboratorium.
6. Segenap karyawan dan staf Tata Usaha Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
7. Para petugas laboratorium Beton dan Bahan Bangunan serta Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil ITS yang telah membantu kelancaran penelitian di laboratorium.
8. Papi dan Mami ku tercinta, saudara-saudara ku, keluarga besar Mas Ubud serta Tante ku di Bekasi yang senantiasa memberikan doa, motivasi dan dukungan baik dari segi moril maupun materiil hingga terselesaikannya studi S-1 di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

9. Sahabatku Dian Kurnia Abadi, Dhoto Setyarso, Wahyu Laruke, dan Mikha Candra yang telah meluangkan waktu untuk saling bertukar pikiran dan banyak membantu baik dalam proses penelitian di laboratorium maupun dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan-kekurangan didalam penyusunan Tugas Akhir ini, oleh sebab itu segala saran, masukan, dan koreksi yang bersifat positif dan membangun akan diterima dengan hati dan pikiran yang terbuka. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dibidang teknik sipil.

Surabaya, Juni 2011

Penulis.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
LEMBAR ASISTENSI	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR GRAFIK	ix
BAB 1	PENDAHULUAN
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	1
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2	TINJAUAN PUSTAKA
2.1. Beton Mutu Normal (<i>Normal Strength Concrete</i> /NSC).....	4
2.2. Beton Serat	4
2.3. Kontribusi Serat Terhadap Kuat Tekan Beton	11
2.4. Kontribusi Serat Terhadap Kuat Tarik Beton.....	12
2.5. Kontribusi Serat Terhadap Kuat Lentur Beton.....	13
2.6. Kontribusi Serat Terhadap Perilaku Tegangan-Regangan Beton.....	14
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN
3.1. Analisa Karakteristik Bahan Campuran	17
3.2. Identifikasi Benda Uji.....	17
3.3. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.....	18
3.4. Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	20
3.5. Metode Pengujian Kuat Tarik Baja/Besi	22
3.6. Luas Tulangan (As) Terpasang Pada Benda Uji Balok	25
3.7. Spasi Bersih Antar Tulangan Pada Benda Uji Balok	26

	3.8. Desain Kapasitas Beban Terpusat Langsung (Pu) Pada Benda Uji Balok	27
	3.9. Perencanaan Tulangan Geser (SNI 03-2847-2002)	32
	3.10. Metode Pengujian Kuat Lentur Beton (Flexural Test) Dengan Balok Uji Sederhana yang Dibebani Terpusat Langsung	33
	3.11. Analisa Tegangan-Regangan Pada Penampang Beton Serat	37
	3.12. Diagram Alur Penelitian	38
BAB 4	PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN	
	4.1. Hasil Analisa Karakteristik Bahan Campuran	39
	4.2. Hasil Uji Kuat Tekan Beton	45
	4.3. Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton	51
	4.4. Hasil Uji Kuat Tarik Baja/Besi	57
	4.5. Pembuatan Benda Uji Balok	61
	4.6. Hasil Uji Kuat Lentur Balok	68
	4.7. Analisa Regangan Beton dan Serat	75
	4.8. Efisiensi Luas Penampang Baja Tulangan Akibat Kontribusi Serat	76
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	
	5.1. Kesimpulan	80
	5.2. Saran	80
	DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	1 Mix Design	
	2 Grafik Uji Kuat Tarik Besi/Baja	
	3 Tabel Defleksi Hasil Uji Kuat Lentur	
	4 Dokumentasi Penelitian	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Sifat-Sifat Serat Sintetis	6
Tabel 2.2.	Sifat-Sifat Mekanis Serat Alami	7
Tabel 2.3.	Data Hasil Tes Tarik Fibre Plastic Beneser	9
Tabel 2.4.	Nilai Tegangan-Regangan Tarik Fibre Plastic Beneser	9
Tabel 2.5.	Hasil Tes Tekan Rata-Rata Benda Uji Silinder Berdasarkan Umur	11
Tabel 2.6.	Hasil Tes Tekan Rata-Rata Benda Uji Silinder Berdasarkan Umur	12
Tabel 2.7.	Hasil Tes Tarik Belah Rata-Rata Benda Uji Silinder Berdasarkan Umur	12
Tabel 2.8.	Hasil Tes Tarik Belah Rata-Rata Benda Uji Silinder Berdasarkan Umur	13
Tabel 2.9.	Hasil Tes Lentur Benda Uji Balok Pada Umur 28 Hari.....	13
Tabel 2.10.	Hasil Tes Lentur Benda Uji Balok Pada Umur 28 Hari.....	14
Tabel 3.1.	Jenis dan Jumlah Benda Uji Kuat Tekan Beton.....	18
Tabel 3.2.	Jenis dan Jumlah Benda Uji Kuat Tarik Belah Beton.....	20
Tabel 3.3.	Benda Uji Kuat Tarik Baja/Besi	22
Tabel 3.4.	Jenis dan Jumlah Benda Uji Kuat Lentur Balok	35
Tabel 4.1.	Bahan Penyusun Beton Berserat	39
Tabel 4.2.	Pemeriksaan Berat Jenis dan Resapan Pada Pasir.....	39
Tabel 4.3.	Analisa Ayakan Pasir	40
Tabel 4.4.	Pemeriksaan Kandungan Lumpur Pada Pasir	41
Tabel 4.5.	Pemeriksaan Kadar Zat Organik Pada Pasir	42
Tabel 4.6.	Pemeriksaan Berat Jenis dan Resapan Pada Batu Pecah	42
Tabel 4.7.	Analisa Ayakan Batu Pecah	43
Tabel 4.8.	Pemeriksaan Kandungan Lumpur Pada Batu Pecah	44
Tabel 4.9.	Komposisi/Proporsi Bahan Campuran Beton Tiap 1 m ³	45
Tabel 4.10.	Komposisi/Proporsi Campuran Serat Untuk Benda Uji Silinder.....	45
Tabel 4.11.	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	46
Tabel 4.12.	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	47
Tabel 4.13.	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	49
Tabel 4.14.	Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Umur 7 Hari	52
Tabel 4.15.	Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Umur 14 Hari	53

Tabel 4.16.	Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari	55
Tabel 4.17.	Hasil Uji Kuat Tarik Besi Ø 8 mm.....	57
Tabel 4.18.	Hasil Uji Kuat Tarik Besi D13.....	59
Tabel 4.19.	Komposisi/Proporsi Bahan Campuran Beton Untuk Balok Uji.....	67
Tabel 4.20.	Komposisi/Proporsi Campuran Serat Untuk Balok Uji	67
Tabel 4.21.	Hasil Uji Kuat Lentur Balok Pada Umur 28 Hari	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Pengaruh Ukuran Agregat Terhadap Distribusi Serat	11
Gambar 3.1.	Benda Uji Silinder Beton dan Alat Penguji Kuat Tekan Beton.....	19
Gambar 3.2.	Benda Uji Silinder Beton dan Alat Pengujian Kuat Tarik Belah (<i>Splitting</i>) Beton.....	21
Gambar 3.3.	Bentuk Benda Uji Tes Tarik Besi	23
Gambar 3.4.	Idealisasi Struktur Pembebanan Pada Benda Uji Balok	27
Gambar 3.5.	Diagram Tegangan-Regangan Pada Penampang Balok Tanpa Serat	27
Gambar 3.6.	Desain Penulangan Benda Uji Balok.....	33
Gambar 3.7.	Alat Uji Kuat Lentur Dengan Balok Uji Sederhana yang Dibebani Terpusat Langsung (SNI 03-4154-1996)	36
Gambar 4.1.	Posisi Balok Pada Cetakan Bekisting	62
Gambar 4.2.	Bekisting Benda Uji Balok (tampak atas).....	63
Gambar 4.3.	Panjang Besi Terpasang Pada Daerah Tarik Balok Uji	64
Gambar 4.4.	Bantalan Pelat Besi	65
Gambar 4.5.	Alat Pembengkok Besi.....	65
Gambar 4.6.	Posisi dan Jarak Antar Senggang Pada Penulangan Balok Uji (tampak atas).....	66
Gambar 4.7.	Beton Decking	67
Gambar 4.8.	Pelaksanaan Tes Tarik Fibre Plastic Beneser	75
Gambar 4.9.	Diagram Tegangan-Regangan Pada Penampang Beton Tanpa Serat ...	78
Gambar 4.10.	Blok Regangan Pada Penampang Beton Serat	78

DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1. Tegangan-Regangan Serat Dengan Matrik Daktil16	16
Grafik 2.2. Tegangan-Regangan Serat Dengan Matrik Getas16	16
Grafik 2.3. Tegangan-Regangan Beton Serat Dengan Matrik Getas.....16	16
Grafik 4.1. Zona Gradasi Pasir41	41
Grafik 4.2. Zona Gradasi Batu Pecah44	44
Grafik 4.3. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari46	46
Grafik 4.4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari48	48
Grafik 4.5. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari49	49
Grafik 4.6. Pertumbuhan Kuat Tekan Terhadap Umur Beton.....50	50
Grafik 4.7. Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Umur 7 Hari52	52
Grafik 4.8. Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Umur 14 Hari54	54
Grafik 4.9. Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari55	55
Grafik 4.10. Pertumbuhan Kuat Tarik Terhadap Umur Beton56	56
Grafik 4.11. Kapasitas Tarik Besi Ø 8 mm (benda uji no. 1).....58	58
Grafik 4.12. Kapasitas Tarik Besi Ø 8 mm (benda uji no. 2).....58	58
Grafik 4.13. Kapasitas Tarik Besi Ø 8 mm (benda uji no. 3).....59	59
Grafik 4.14. Kapasitas Tarik Besi D13 (benda uji no. 1)60	60
Grafik 4.15. Kapasitas Tarik Besi D13 (benda uji no. 2)60	60
Grafik 4.16. Kapasitas Tarik Besi D13 (benda uji no. 3)61	61
Grafik 4.17. Hasil Uji Kuat Lentur Balok Umur 28 Hari.....69	69
Grafik 4.18. Hubungan Beban dengan Defleksi Pada Balok BS 0.....70	70
Grafik 4.19. Hubungan Beban dengan Defleksi Pada Balok BS 1,00.....71	71
Grafik 4.20. Hubungan Beban dengan Defleksi Pada Balok BS 1,25.....72	72
Grafik 4.21. Hubungan Beban dengan Defleksi Pada Balok BS 1,5073	73
Grafik 4.22. Gabungan Grafik Hubungan Beban dengan Defleksi Pada Balok Uji74	74

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan pembangunan di Indonesia, terutama kebutuhan akan bangunan yang berbahan beton bertulang mendorong adanya kenaikan harga yang cukup tinggi dari bahan penyusun beton bertulang itu sendiri seperti pada baja tulangan. Menghadapi kenyataan yang seperti itu maka perlu dicari solusi dan inovasi agar penggunaan baja tulangan dalam struktur beton dapat direduksi, tetapi tetap memenuhi syarat konstruksi, sehingga struktur akan menjadi lebih ekonomis dan efisien.

Sebagai salah satu solusi, dalam penelitian ini akan mencoba mencari pengganti sebagian baja tulangan dengan menggunakan serat (*fibre*). Serat yang dipakai dalam penelitian ini adalah *fibre plastic beneser* (sejenis poly-acrilonitril-stirene), karena berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Made Dharma Astawa (2001), dengan prosentase campuran serat 1,00 % dari berat volume beton mampu meningkatkan kuat lentur pada balok beton tanpa tulangan sebesar 20,127 % pada saat balok berumur 28 hari.

1.2. Rumusan Masalah

- 1) Berapa besar peningkatan kuat lentur optimum akibat penambahan *fibre plastic beneser* secara komposit pada balok beton bertulang mutu normal, sesuai dengan beban lentur murni yang direncanakan ?
- 2) Berapa besar nilai prosentase *fibre plastic beneser* terhadap berat volume beton pada balok beton bertulang mutu normal yang diberi tambahan

campuran *fibre plastic beneser* secara komposit, agar mencapai kuat lentur optimum ?

- 3) Berapa besar efisiensi luas penampang baja tulangan pada balok beton bertulang mutu normal yang diberi tambahan campuran *fibre plastic beneser* secara komposit ?

1.3. Tujuan Penelitian

- 1) Mengetahui besarnya peningkatan kuat lentur optimum akibat penambahan *fibre plastic beneser* secara komposit pada balok beton bertulang mutu normal, sesuai dengan beban lentur murni yang direncanakan.
- 2) Mengetahui besarnya nilai prosentase *fibre plastic beneser* terhadap berat volume beton pada balok beton bertulang mutu normal yang diberi tambahan campuran *fibre plastic beneser* secara komposit, agar mencapai kuat lentur optimum.
- 3) Mengetahui besarnya efisiensi luas penampang baja tulangan pada balok beton bertulang mutu normal yang diberi tambahan campuran *fibre plastic beneser* secara komposit.

1.4. Batasan Masalah

- 1) Mutu beton yang digunakan adalah mutu normal (20 - 40 Mpa).
- 2) Baja tulangan lentur yang dipakai adalah baja ulir D13.
- 3) Benda uji kuat tekan beton yang digunakan adalah silinder beton diameter 15 cm, dan tinggi 30 cm.
- 4) Benda uji kuat tarik belah beton (*Splitting Test*) yang digunakan adalah silinder beton diameter 15 cm, dan tinggi 30 cm.

- 5) Benda uji kuat lentur balok yang digunakan adalah balok beton bertulang dengan ukuran penampang $20 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$, dan panjang bentang 2,2 m.
- 6) Kadar campuran *fibre plastic beneser* yang digunakan pada balok beton bertulang adalah 0 %, 1,00 %, 1,25 %, dan 1,50 % dari berat volume beton.
- 7) Dimensi *fibre plastic beneser* yang digunakan adalah $1,00 \text{ mm} \times 2,00 \text{ mm}$ dengan panjang 50,00 mm.

1.5. Manfaat Penelitian

- 1) Mengetahui kontribusi *fibre plastic beneser* terhadap perilaku mekanis dan sifat karakteristik beton.
- 2) Membantu perkembangan dan inovasi ilmu struktur beton bertulang, untuk mencari alternatif-alternatif material struktur yang bermanfaat bagi dunia ilmu pengetahuan dibidang Teknik Sipil.